ORIGEN DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

CLASIFICACIÓN:

Materiales naturales :

Se obtienen con un procedimiento tecnológico mínimo.

Materiales artificiales :

Procesos tecnológicos de cierta complejidad.

- **ORIGEN MINERAL**
- **ORIGEN VEGETAL**
- **SINTÉTICOS**

MATERIALES TRADICIONALES DE ORIGEN MINERAL

- **PÉTREOS NATURALES**
- **PÉTREOS ARTIFICIALES**
  - **CERÁMICOS**
  - **CEMENTOSOS**
    - ❑ **CEMENTANTES**
    - ❑ **CEMENTADOS**

DIAPOSITIVA de la CLASE DEL DÍA 18/08

ORIGEN DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

CLASIFICACIÓN:

Materiales naturales :

Se obtienen con un procedimiento tecnológico mínimo.

Materiales artificiales :

Procesos tecnológicos de cierta complejidad.

- **ORIGEN MINERAL**
- **ORIGEN VEGETAL**
- **SINTÉTICOS**

MATERIALES TRADICIONALES DE ORIGEN MINERAL

- **PÉTREOS NATURALES**
- **PÉTREOS ARTIFICIALES**
  - **CERÁMICOS**
  - **CEMENTOSOS**
    - ❑ **CEMENTANTES**
    - ❑ **CEMENTADOS**

DIAPOSITIVA de la CLASE DEL DÍA 18/08

CEMENTANTES

DEFINICIÓN:

Se llama CEMENTANTE al material capaz de unir fragmentos de una o varias sustancias y dar cohesión al conjunto, originando nuevos compuestos.

- **CALES**
- **CEMENTOS**
- **ADHESIVOS MINERALES**

CALES:

Término genérico que designa todas las formas físicas en las que pueden aparecer el óxido de calcio y el de magnesio, (CaO y MgO) y/o el hidróxido de calcio y/o el de magnesio, [$Ca(OH)_2$ y $Mg(OH)_2$].

CLASIFICACIÓN:

CAL AÉREA	→	**CÁLCICA o GRASA**
CAL HIDRÁULICA	→	**DOLOMÍTICA o MAGRA**

CALES AÉREAS

DEFINICIÓN:

Material ligante o cementante, resultante de la calcinación de materiales pétreos calcáreos (CO_3Ca) a temperaturas cercanas a los 1000°C, inferior a la fusión de los mismos.

La cal aérea es un ligante obtenido al calcinar piedras calizas que endurece al reaccionar con el CO_2 del aire, un proceso llamado carbonatación.

Calcáreos más comunes :

- Provienen de rocas sedimentarias (calizas).
- Calcinando huesos de animales

Los calcáreos son rocas sedimentarias (no detríticas), o metamórficas de origen marino o continental.

CALES AÉREAS

CLASIFICACIÓN:

Desde el punto de vista mineralógico

1- CALCÁREOS CÁLCICOS

2- CALCÁREOS DOLOMÍTICOS

CALES AÉREAS

1- CALCÁREOS CÁLCICOS

Son aquellos en los que el componente fundamental es el CO_3Ca.

Algunos minerales de este tipo son:

- Calcita
- Aragonita
- Calizas
- Cretas

✓ Son atacados por ácidos
✓ Su peso especifico oscila en los 2,70 Kg /dm^3
✓ La dureza Mohs es de 3

CALES AÉREAS

2- CALCÁREOS DOLOMÍTICOS

Mezcla de carbonato de calcio y magnesio $(CO_3)_2MgCa$

El carbonato de calcio debe estar en un porcentaje mayor al 10%.

- ✓ Son más resistentes al fuego que los cálcicos.
- ✓ Su peso específico es de 2,95 kg/dm³.
- ✓ La dureza Mohs es de 4

CALES AÉREAS

IMPUREZAS

Conjuntamente con las rocas calcáreas encontramos otros materiales pétreos y térreos:

a) **ARCILLAS:** (sílice y alúmina)

Constituyente útil en la fabricación de las cales hidráulicas.

b) **COMPUESTOS DE HIERRO:**

En forma de limonita y de pirita.

- Limonita ($FeO(OH)_n H_2O$ Hidróxidos férrico)
- Pirita (FeS_2 Sulfuro de hierro)

CICLO DE LA CAL

Las cales presentan un ciclo químico útil en la utilización del mismo en la construcción, en las distintas etapas de este ciclo la cal presenta características físicas distintas.

1-) CALCINACIÓN:

Aplicando calor a la roca caliza se produce la calcinación de la misma.

$$(CO_3)Ca + \text{calor} \rightarrow CaO + CO_2\uparrow$$

(El CO_2 debe eliminarse, pues la reacción es irreversible)

- Se produce un nuevo ordenamiento estructural.

CICLO DE LA CAL

- Si la calcinación es muy prolongada o la temperatura excesiva, se produce una compactación eliminándose los canalículos que facilitan la hidratación.
- La temperatura oscila entre los 900°C y los 1000°C y no debe pasar de los 1200°C para no formar cal inactiva.

$$2(CO_3)Ca + \text{calor excesivo} \rightarrow 2Ca + (2CO_2 + O_2)\uparrow$$

- El OCa se presenta en forma de terrones de peso unitario 0,50 kg/dm³ color blanco, aspecto amorfo de peso específico 2,40 kg/dm³.
- Es un elemento muy ávido de agua.

CICLO DE LA CAL

2-) HIDRATACIÓN:

Agregado de agua (Apagado de la cal), puede hacerse por distintos procedimientos.

$$OCa + H_2O \rightarrow (OH)_2Ca + \text{calor}\uparrow$$

- Durante esta reacción la temperatura se eleva unos 160ºC.
- Se producen humos de vapor de agua.
- Se produce una expansión de volumen.

Si se hidrata con gran cantidad de agua, se forma una pasta de densidad 1,15 kg/dm³ que se carbonata con el aire restituyendo la caliza primitiva

CICLO DE LA CAL

3-) CARBONATACIÓN:

En esta reacción se produce una contracción volumétrica.

$$(OH)_2Ca + CO_2 \rightarrow CO_3Ca + H_2O \text{ (se evapora)}$$

Rendimiento de las calizas cálcicas:

los pesos moleculares de los elementos que intervienen son:
H=1
C=12
O=16
Ca=40

EN LA REACCIÓN 1 (CALCINACIÓN)

$$CaCO_3 + \text{calor} \rightarrow OCa + CO_2$$
$$(40+12+3x16) \quad (40+16) + (12+2x16)$$
$$100 \quad 56 + 44$$

se obtiene un 56% de cal viva.

EN LA REACCIÓN 2 (HIDRATACIÓN)

$$OCa + H_2O = (OH)_2Ca + \text{calor}$$
$$56 \quad 18 \quad 74$$

se obtiene un 74% de cal hidratada.

La cantidad mínima de agua de hidratación es: 18/56=32.1% del peso de OCa.

CICLO DE LA CAL

CICLO DE LA CAL

HIDRATACIÓN DE LA CAL VIVA

Existen tres métodos:

a) **HIDRATACIÓN ESPONTÁNEA:** se utiliza en ciertas ocasiones para desecar ambientes aprovechando la gran avidez de agua del OCa.

b) **HIDRATACIÓN a POCA AGUA:** En este tipo de hidratación tenemos tres variantes.

- **ASPERSIÓN:** se colocan capas de 15 a 20cm de altura y se riega la superficie con un 33% de agua del peso de OCa. Se automotura produciendo un polvo de 0,35 kg/dm^3 con aumento de volumen (2,5 veces). Es poco soluble en agua pero forma una pasta que endurece lentamente por carbonatación.
- **INMERSIÓN:** consiste en introducir en un canasto el OCa reducido al tamaño de una nuez, en agua durante algunos minutos.
- **EN AUTOCLAVES**

HIDRATACIÓN DE LA CAL VIVA

c) **HIDRATACIÓN por ANEGAMIENTO:** Es de uso corriente en obra. Se sumerge el OCa en un recipiente con 1,5 veces su peso en agua. Da como resultado una pasta untuosa al tacto de densidad 1,15 kg/dm³, debe protegerse su superficie con una capa de arena.

- Debe estacionarse como mínimo 2 días.
- La cal viva debe hidratarse o apagarse cuanto antes para evitar la carbonatación espontánea.

$$CaO + CO_2 \rightarrow CaCO_3$$

CARBONATACIÓN ESPONTÁNEA

HIDRATACIÓN DE LA CAL VIVA

Desde el punto de vista del apagado las cales se clasifican en :

- **CALES de HIDRATACIÓN RÁPIDA:** comienza antes de 5 minutos. En este caso se añade la cal al agua cuidando que esta no falte
- **CALES de HIDRATACIÓN MEDIA:** comienza luego de 5 a 30 minutos. Se añade agua a la cal manteniendo semisumergidas las piedras.
- **CALES de HIDRATACIÓN LENTA:** comienza a los 30 minutos. Se añade agua en pequeñas cantidades cuidando no enfriar la masa.

CAL AÉREA

COMPARACIÓN ENTRE CAL EN PASTA Y CAL HIDRATADA

- La cal en pasta es molesto el apagado (perdida de tiempo).
- La cal hidratada se mezcla mejor con arena que la cal viva (bolsas plásticas), ya viene apagada y envasada en bolsas de papel.
- La cal hidratada tiene menos capacidad de arena, produce mezclas menos plásticas y menos trabajables.

CALES HIDRÁULICAS (DOLOMÍTICAS O MAGNESIANAS)

DEFINICIÓN:

Las cales hidráulicas dolomíticas o magnesianas son tipos de cal que endurecen tanto al aire como bajo el agua debido a la presencia de arcillas, sílice y/o alúmina en la materia prima, que les confiere propiedades hidráulicas.

Basta que contenga un 5% de OMg para que sea magnesiana, pero en la práctica se utilizan cales magnesianas con un mínimo de 20% de OMg.

CARACTERÍSTICAS:

- Tiene una velocidad de hidratación más lenta que las de OCa.
- Dan mayores resistencias que las cálcicas.
- Se puede utilizar un mayor contenido de arena para las mismas resistencias.
- Es más resistente a la acción de las aguas.
- Es más trabajable en las mezclas que las cálcicas.

CALES HIDRÁULICAS (DOLOMÍTICAS O MAGNESIANAS)

PROCESO DE CALCINACIÓN

- a 110º C se evapora el agua de cantera.
- a 700º C se descomponen los silicatos.
- a 900º C se descompone el $(CO_3)Ca$.

A mayor temperatura reacciona el OCa con SiO_2 y Al_2O_3 se forman los aluminatos y silicatos que junto con el $(OH)_2Ca$ constituyen la cal hidráulica.

ÍNDICES

Caracterizan la propiedad hidráulica de la cal.

Índice de Hidraulicidad:

$$I = \frac{SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3}{CaO + MgO}$$

Modulo Hidráulico:

$$i = \frac{CaO + MgO}{SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3}$$

es la inversa de *I*

CALES HIDRÁULICAS (DOLOMÍTICAS O MAGNESIANAS)

PROPIEDADES

COMPOSICIÓN QUÍMICA

	Limites
CaO	51 - 66 %
SiO_2	15 - 26 %
Al_2O_3	2 - 10 %
Fe_2O_3	0,5 - 5 %
MgO	0,5 %
SO_3	0,6 %

FRAGUADO

Se admite que la cal solidifica por cristalización al carbonatarse, y los silicatos forman con el agua, al hidratarse los hidrosilicatos e hidroaluminatos de cal, recristalizando y entrecruzando sus cristales, produciéndose un soldado de los mismos (solidificación y endurecimiento).

Densidad aparente	0,50 kg/dm³	débilmente hidráulicas
	0,90 kg/dm³	eminentemente hidráulicas
Densidad real	2,70 a 2,90 kg/dm³	
Finura	dejan residuos de 3 al 5 % en tamiz 900 mallas/cm²	

CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A LA QUÍMICA

- **CAL CÁLCICA**: debe tener un mínimo de 75% de OCa.
- **CAL MAGNESIANA O DOLOMÍTICA**: debe tener un mínimo de 20% de OMg.

Elementos que contienen las cales:

	CAL CÁLCICA	CAL MAGNESIANA
OCa (mínimo)	75%	------
OMg (mínimo)	--------	20%
CO_2 (mínimo en horno)	3%	3%
residuo soluble	3%	3%

CALES

CLASIFICACIÓN DE LAS CALES SEGÚN VICAT

	I	% de arcilla	tiempo de fragüe
Cal Aérea	0,00 - 0,10	0 - 5,3	----------
Cal débilmente Hidráulica	0,10 - 0,16	5,3 - 8,2	16 - 30 días
Cal medianamente Hidráulica	0,16 - 0,31	8,2 - 14,8	10 - 15 días
Cal propiamente Hidráulica	0,31 - 0,42	14,8 - 19,1	5 - 9 días
Cal eminentemente Hidráulica	0,42 - 0,50	19,1 - 21,8	2 - 4 días
Cal límite o Cemento Lento	0,50 - 0,65	21,8 - 26,7	1 - 12 horas
Cemento Rápido	0,65 - 1,20	26,7 - 40,0	5 - 15 minutos

PUZOLANAS

Son sustancias silíceas que reducidas a polvo fino y amasadas con cal forman aglomerantes hidráulicos.

CLASIFICACIÓN:

a) **NATURALES:** son aquellas que se obtienen directamente de la naturaleza sin un mayor proceso tecnológico:

- cenizas y tobas volcánicas
- rocas silíceas: diatomeas, pizarras y pedernales

b) **ARTIFICIALES:**

- arcillas y pizarras calcinadas
- subproductos industriales: escorias, cenizas, etc.

PUZOLANAS

COMPOSICIÓN QUÍMICA

	Limites
SiO_2	42 - 66 %
Al_2O_3	14 - 20 %
Fe_2O_3	5 - 20 %
CaO	3 - 10 %
MgO	1 - 6 %
N-K	2 - 10 %
H_2O	1 - 15 %

PUZOLANAS NATURALES

Proceden de rocas naturales que necesitan molienda para su empleo.

- eruptivas volcánicas: piedra pómez
- sedimentos de rocas silíceas descompuestas
- origen orgánico: harina fósil

Las más activas son las ácidas y neutras de color claro y ligeras. Las básicas son oscuras y pesadas.

Densidad aparente: 0,90 a 1,40 kg/dm³
Densidad real: 2,40 a 2,80 kg/dm³

PUZOLANAS

PUZOLANAS ARTIFICIALES

- Se forman al calentar las arcillas y pizarras y enfriarlas rápidamente.
- También se obtiene de esquistos petrolíferos, escorias y cenizas convenientemente activadas por calor.

PREPARACIÓN:

- Se hace la cocción de las arcillas y pizarras a 600 a 900ºC, luego se pulveriza como el cemento portland.

ACCIÓN DE LAS PUZOLANAS:

- La reacción de la cal con las puzolanas hace que se produzcan los silicatos y aluminatos cálcicos hidratados que dejan geles de sílice y aluminio.
- Las puzolanas tienen suficiente estabilidad química frente a aguas sulfatadas, pero son de poca resistencia mecánica.

CEMENTANTES

CALES AÉREAS

	CAL CÁLCICA	CAL MAGNESIANA
OCa (mínimo)	75%	- - - - - -
OMg (mínimo)	- - - - - -	20%
CO_2 (mínimo en horno)	3%	3%
Residuo soluble	3%	3%

COMPUESTO		CALES HIDRÁULICAS	PUZOLANAS
Sílice	SiO_2	15 - 26%	42 - 66%
Alúmina	Al_2O_3	2 - 10%	14 - 20%
Óxido de Calcio	CaO	51 - 66%	3 - 10%
Óxido de Magnesio	MgO	0,5%	1 - 6%
Óxido de Hierro	Fe_2O_3	0,5 - 5%	5 - 20%
Sulfatos	SO_3	0,6%	- - - - - -
Álcalis	N - K	- - - - - -	2 - 10%
Agua combinada	H_2O	- - - - - -	1 - 15%